

# Verdichtung oder Zersiedelung? Eine Analyse des Flächenverbrauchs im Umland von Wien

*KlausSTEINNOCHER, Mario KÖSTL*

DI. Dr. Klaus Steinnocher, Mag. Mario Köstl, ARC Seibersdorf research, Geschäftsfeld Umweltplanung, 2444 Seibersdorf  
email: klaus.steinnocher@arcs.ac.at, mario.koestl@arcs.ac.at

## 1. EINLEITUNG

Der zunehmende Flächendruck vor allem in suburbanen Räumen erfordert effektive Methoden für die Stadt- und Raumplanung auf Basis aktueller Datengrundlagen. Während des letzten Jahrzehnts haben sich Geographische Informationssysteme (GIS) zu einem wichtigen Werkzeug entwickelt, um die umfangreichen raumbezogenen Informationen, die zur Verwaltung von Siedlungsräumen anfallen, effizient verarbeiten zu können. Ein Großteil des Informationsbestandes dieser Systeme beschränkt sich jedoch auf Querschnittsinformationen, die aus amtlichen Statistiken abgeleitet wurden. Sie beziehen sich auf statistische Raumeinheiten wie Bezirke, Gemeinden oder Zählsprengel. Die geographische Ausprägung dieser Entwicklungen innerhalb der statistischen Einheiten wird in der Regel nicht erfaßt. Um die Bevölkerungsdichte bezogen auf die reale Siedlungsfläche analysieren zu können, bedarf es zusätzlicher Information über die Entwicklung der Siedlungsflächen.

Der vorliegende Beitrag präsentiert eine Untersuchung des weiteren Umlandes von Wien, die sowohl demographische Informationen über die Bevölkerungsentwicklung als auch realräumliche Informationen über die Siedlungsentwicklung berücksichtigt. Die Erfassung der Siedlungsflächen basiert auf Satellitenbilddaten aus den Jahren 1968 und 1999. Die resultierenden Siedlungslayer werden in der Folge mit den Volkszählungsdaten von 1971 und 2001 verschnitten, und somit eine räumliche Verfeinerung des Zensus erreicht. Die daraus abgeleitete realräumliche Bevölkerungsdichte zeigt eine klare Entwicklung in Richtung eines massiv ansteigenden Pro-Kopf Flächenverbrauches. Die Ursachen liegen zumeist in einer überproportionalen Zunahme der Siedlungsfläche im Vergleich zur Bevölkerungszunahme, in Randgebieten allerdings auch in einer Reduktion der Bevölkerung bei moderatem Zuwachs der Siedlungsfläche. Einzig in den Wienerwaldgemeinden kommt es zu Verdichtungen, da aufgrund der Topographie und des Waldbestandes kaum mehr Freiflächen zur Verfügung stehen.

## 2. ERFASSUNG DES FLÄCHENVERBRAUCHS

### 2.1 Statistische Datengrundlagen

Zur Ermittlung des quantitativen Flächenverbrauchs stehen einige wenige statistische Datenquellen (HWZ und VZ) zur Verfügung. Sie liefern Informationen über

- demographische Veränderungen
- Entwicklung des Wohnungsbestands
- Nutzung der Wohngebäude
- Gebäudeanzahl pro Bauperiode u.ä.

Alle diese statistischen Datengrundlagen sind vollständig nur für die Zeitpunkte der Volkszählung (d.h. in 10-Jahres-Abständen) verfügbar und lassen ausschließlich indirekte Aussagen über den tatsächlichen Zuwachs an versiegelter Fläche zu. So kann beispielsweise über die Zunahme der Wohnungen und Gebäude der daraus resultierende Ressourcenverbrauch lediglich grob abgeschätzt werden. Zusätzliche Informationen wie Haushaltsgröße, Gebäudenutzung, Anzahl der Wohnungen pro Gebäude etc. lassen Rückschlüsse auf den Flächenbedarf pro Einwohner oder pro Wohneinheit zu und führen zu einer differenzierteren Erfassung der Siedlungsentwicklung. Statistische Analysen können jedoch letztendlich nur eine Annäherung an die Qualität und Aussagekraft von flächenbezogenen Daten sein, da die statistischen Daten auf administrative Gebietsflächen bezogen werden, deren kleinste administrative Einheit, der Zählsprengel, nicht weiter unterteilt werden kann. Da nicht das gesamte Gemeinde- (bzw. Bezirks- oder Zählsprengel-) gebiet versiegelt ist, kommt es durch die Umlegung auf die gesamte administrative Gebietsfläche zu statistischen Verfälschung bei Dichteberechnungen. Um die Veränderungen in der Siedlungsstruktur realräumlich erfassen zu können, bedarf es flächenbezogener Daten.

### 2.2 Datenquelle Fernerkundung

Ein Lokalisieren der versiegelten Flächen erfolgte bisher vor allem durch terrestrische Erhebungen, Karteninterpretation oder visuelle Interpretation von Luftbildern (SCHREMMER & WINKLER, 1993). Die Nachteile dieser Methoden liegen darin, dass bei der Interpretation subjektive Faktoren, wie Erfahrung, Fragestellung, Auswahl der Klassifikationsobjekte usw., einfließen. Weiters sind sie sehr zeit- und kostenaufwendig. Daher werden sie meist nur kleinräumig durchgeführt und zeitlich nicht fortgeführt; ein regelmäßiges Monitoring entfällt.

Die Fernerkundung bietet in zunehmendem Maße eine Alternative zu den herkömmlichen Methoden. Die Qualität von Fernerkundungsdaten ist abhängig von der Charakteristik der Fernerkundungssensoren, wie räumliche und spektrale Auflösung, Frequenz der Aufnahmen, Verfügbarkeit der Satellitenbilder, und von der Methodik zur Ableitung von Landbedeckungs- oder -nutzungsmodellen aus den Rohdaten. Durch Fortschritte in der Technologie und der Auswertungsmethodik wird die Qualität der aus der Fernerkundung gewonnenen Informationen ständig verbessert. Es gibt zur Zeit mehrere Sensoren, die panchromatische Aufnahmen mit einer räumlichen Auflösung zwischen 5 und 10m anbieten. Diese Auflösung ermöglicht die Erfassung von Siedlungsflächen in einem Maßstab von ca. 1:25.000.

Als Beispiel für solche panchromatischen Datensätze seien die Aufnahmen der Indian Remote Sensing Satellites (IRS-1C und IRS-1D) genannt, die die Erdoberfläche mit einer Auflösung von 5,8 m abbilden. Der bei einem Überflug erfasste Streifen hat eine Breite von 70km, und ermöglicht dadurch die einheitliche Erfassung von Gebieten regionaler Größe. Um die gesamte Erdoberfläche

aufzunehmen, benötigen die Systeme 24 Tage, d.h. eine bestimmte Region kann alle 24 Tage erfasst werden. Die Aufnahmen werden kontinuierlich durchgeführt, zu den Bodenstationen gesendet und dort archiviert. Seit dem Start des IRS-1C im Dezember 1995 konnte dementsprechend schon ein umfangreiches Archiv an Satellitenbildern aufgebaut werden.

Die Datenverfügbarkeit beschränkt sich aber nicht auf die letzten Jahre sondern reicht bis in die 60er Jahre des letzten Jahrhunderts zurück. Bereits damals wurden Satellitenaufnahmen durchgeführt, wenn auch zum Zwecke der Spionage. Solche Aufnahmen, wie z.B. die des Satellitensystems CORONA, wurden mittlerweile von der amerikanischen Regierung freigegeben und können über das Internet erworben werden. Im Gegensatz zu den heutigen Bilddaten handelt es sich dabei um analoge Aufnahmen, die in Form von Filmstreifen vorliegen. Ein einzelner Streifen deckt dabei ein Gebiet von ca. 14 x 188 km ab, und bietet eine maximale Auflösung von ca. 2m. Zur Abdeckung größerer Gebiete ist es notwendig, mehrere parallel laufende Streifen zu erwerben, die in der Folge gescannt, geometrisch entzerrt und zu einem Bild mosaikiert werden können. Die Qualität dieser digitalen Datengrundlage reicht an die gegenwärtigen Anforderungen durchaus heran. Mit Hilfe solcher Daten ist es möglich, die Landnutzung der späten 60er Jahre zu erfassen und somit eine Referenzkartierung für eine Zeitreihe über die letzten 30 Jahre zu erstellen.

Abbildung 1 zeigt ein IRS-1C Bild vom Juni 1999 und die korrespondierende Aufnahme des CORONA Systems aus dem Jahre 1968 vom Raum Tulln. Deutlich zu sehen ist die Zunahme der bebauten Fläche.

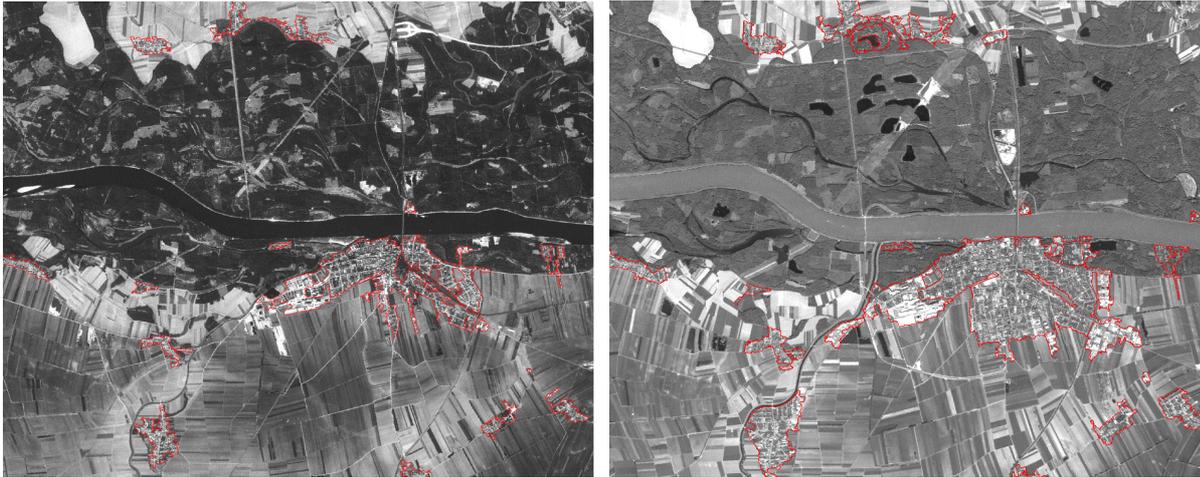


Abb.1: Satellitenbilder vom Raum Tulln, links CORONA 1968, rechts IRS-1C 1999 (event. Quelle)

### 2.3 Auswertemethodik

Neben der Verfügbarkeit von Fernerkundungsdaten kommt auch den Auswerteverfahren eine zentrale Bedeutung zu. Im Gegensatz zur visuellen Interpretation, wie sie zur Auswertung von Luftbildern eingesetzt wird, erlaubt die digitale Repräsentation der Satellitenbilder den Einsatz von Methoden der Mustererkennung, die den Auswerteprozess signifikant verkürzen. Im folgenden wird kurz beschrieben, wie aus Satellitenbildern mit einer Auflösung zwischen 5 und 10m mittels Texturanalyse Siedlungsstrukturen erfasst werden können.

Die Betrachtung eines hochauflösenden, panchromatischen Bildes erlaubt die Interpretation einer Vielzahl verschiedener Objekte und Objektgruppen. Das menschliche visuelle System stützt sich dabei nicht nur auf die Intensität einzelner Grauwerte, sondern in hohem Maße auf die räumliche Strukturierung der Grauwerte, die sich durch Form, Textur, Orientierung, Lage und räumliche Zusammenhänge beschreiben lässt. Viele dieser Aspekte sind mathematisch schwer zu definieren, für einzelne können jedoch Ansätze zur Quantifizierung gefunden werden, die es erlauben, sie in einen rechnergestützten Klassifikationsprozeß einzubinden (RYHERD & WOODCOCK, 1996).

Bilddaten im Auflösungsbereich von 1m, wie sie mittlerweile auch von Satelliten erfasst werden, können nur mittels objektorientierter Auswerteverfahren analysiert werden (BAUER & STEINNOCHER, 2001), die sich auf Form, Lage und räumliche Zusammenhänge der einzelnen Objekte stützen. Bei regionale Anwendungen, die wie im vorliegenden Fall mit Auflösungen zwischen 5 und 10m auskommen, können die einzelnen Objekte der Siedlung (Häuser, Straßen, Gärten, etc.) zumeist nicht direkt erkannt werden. Siedlungsflächen zeichnen sich dort lediglich durch eine hohe Texturierung aus. Verfahren der Mustererkennung, die auf der Analyse lokaler Texturparameter basieren, ermöglichen daher die automatische Erfassung von Siedlungsflächen in solchen Bilddaten.

Das in der vorliegenden Anwendung eingesetzte Verfahren basiert auf sogenannten *grey-level co-occurrence* (GLC) Matrizen zur Ableitung von Statistiken zweiter Ordnung in digitalen Bildern (HARALICK et al., 1973). Eine GLC-Matrix ist die Schätzung der Wahrscheinlichkeit des Überganges von einem bestimmten Grauwertniveau auf ein anderes Grauwertniveau zweier benachbarter Bildelemente. Durch Analyse der lokalen Umgebung kann für jedes Pixel eine GLC-Matrix berechnet und in der Folge ein Texturmerkmal abgeleitet werden, das die Charakteristik der GLC-Matrix in einem einzigen Wert repräsentiert. Ergebnis dieses Prozesses ist ein sogenanntes Texturmerkmalsbild, dessen Grauwerte die gerichtete texturale Charakteristik des Ausgangsbildes repräsentieren. Um die gesamte texturale Ausprägung eines Bildes zu erfassen, ist die Berechnung von Texturmerkmalsbildern unterschiedlicher Orientierungen notwendig, wobei in der Folge die Richtungsabhängigkeit über ein Summen-Differenzverfahren eliminiert wird. Als Ergebnis liegt ein richtungsunabhängiges Merkmalsbild vor, das die Siedlungsgebiete deutlich von den übrigen Bildstrukturen abgrenzt. Eine ausführliche Beschreibung und Diskussion des Verfahrens findet man in STEINNOCHER (1997).

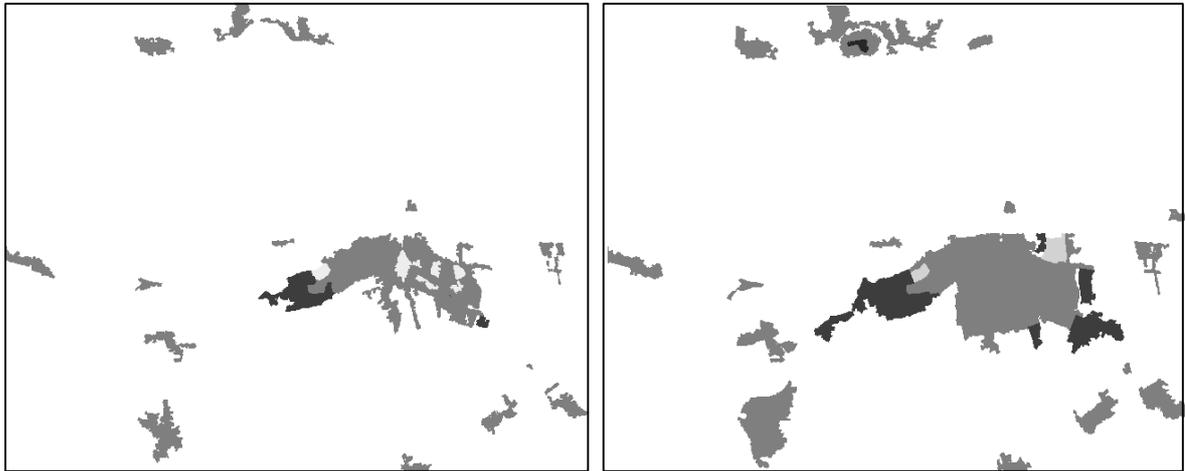


Abb.2: Siedlungsmaske vom Raum Tulln, links 1968, rechts 1999

Die Erstellung der Siedlungsmaske erfolgt danach durch Binarisierung des resultierenden Texturmerkmalsbildes und anschließender Elimination kleiner Flächen. Im Anschluss daran erfolgt eine Qualitätskontrolle durch visuelle Interpretation, bei der eine zusätzliche Trennung nach Wohn-/Wohnmischgebieten und Gewerbe-/Industriegebieten durchgeführt werden kann. Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse der Texturanalyse für den Raum Tulln abgeleitet aus den Satellitendaten in Abbildung 1.

## 2.4 Integration von demographischen Daten

Fernerkundungsdaten bilden für räumliche Analysen eine wesentliche Grundlage, da sie ein Bild der realen Raumstrukturen wiedergeben. Vor allem bei Dichteberechnungen hängt deren Aussagekraft vom Grad der Übereinstimmung mit den tatsächlich vorherrschenden Flächenverteilungen ab. Dichteberechnung bezogen auf administrative Gebietsgrenzen können nur verfälschte oder sogar fehlerhafte Ergebnisse liefern. Das läßt sich am Beispiel der Einwohnerdichte klar demonstrieren (STEINNOCHER et al., 2000).

Wird die Einwohnerzahl auf die gesamte Gebietsfläche bezogen, so bedeutet eine Einwohnerzunahme immer eine Verdichtung, weil sich die administrativen Grenzen nicht ändern und daher die Bezugsfläche für die Dichteberechnung konstant bleibt. Die reale Siedlungsfläche ist jedoch nur ein Teil der administrativen Gebietsfläche und ist im Laufe der Zeit Veränderungen, in der Regel Zuwächsen, unterworfen. Unter Verwendung der Siedlungsmaske kann die tatsächliche Raumsituation in abstrahierter Form wiedergegeben werden. Nimmt die Siedlungsfläche stärker zu als die Einwohnerzahl, dann kann das sogar zu einer Abnahme der Einwohnerdichte führen. Das würde bedeuten, dass die Siedlungserweiterung hauptsächlich auf flächenverbrauchende Neubauten für nur wenige Bewohner – vorwiegend freistehende Einfamilienhäuser - zurückzuführen ist. Durch die Verwendung satellitenbasierter Daten kann das Siedlungsgeschehen in differenzierter Form nachvollzogen werden, wodurch Rückschlüsse auf die realräumliche Entwicklung ermöglicht werden. Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der realen Einwohnerdichte für den Raum Tulln, basierend auf der Siedlungsmaske von Abbildung 2 und Zensusdaten. Deutlich zu sehen ist die Abnahme der Bevölkerungsdichte bezogen auf die reale Siedlungsfläche, die sich aus einer starken Siedlungsausdehnung bei mäßigem Bevölkerungswachstum ergibt.

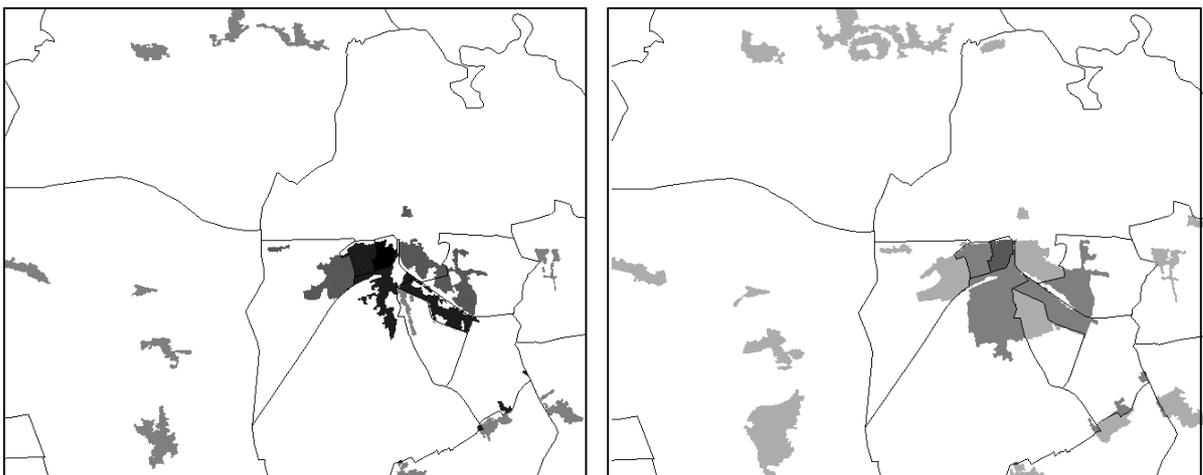


Abb.3: Vergleich der realen Einwohnerdichte im Raum Tulln, links 1968, rechts 1999

### 3. UNTERSUCHUNG DES WIENER UMLANDES

#### 3.1 Auswertung der Fernerkundungsdaten

Die im vorangegangenen Kapitel beschriebene Methode zur Erfassung der Siedlungsentwicklung und Integration der demographischen Daten wurde auf das Gebiet des weiteren Wiener Umlandes angewandt. Der Untersuchungsraum reicht von St. Pölten im Westen bis an die Staatsgrenze im Osten, in der Nord-Süd Erstreckung umfasst er das südliche Weinviertel und das Wiener Becken bis Wiener Neustadt. Damit wird ein Gebiet abgedeckt, dessen Entwicklung in hohem Maße von der Suburbanisierung Wiens geprägt wird. Zur Erfassung der aktuellen Siedlungsflächen in diesem Raum wurden zwei panchromatische Satellitenbilder vom IRS-1C, aufgenommen im Sommer 1999, herangezogen. Die von den Aufnahmen abgedeckte Fläche beträgt unter Berücksichtigung der Überlappungsbereiche circa 7000 km<sup>2</sup>. Für den "historischen" Zeitpunkt konnten 6 wolkenfreie Aufnahme-streifen des US-amerikanischen Systems CORONA vom USGS erworben werden, das den Untersuchungsraum im Frühjahr 1968 aufgenommen hatte.

Im Gegensatz zu den digital erfassten IRS Daten, lagen die CORONA Streifen zunächst als analoge Filmpositive vor. Sie wurden zur weiteren Bearbeitung mit 15 µ gescannt, womit eine räumliche Auflösung von ca. 4,5 m erreicht werden konnte. Danach erfolgte die Geokodierung aller digitalen Bilder mittels eines Polynoms zweiter Ordnung in das Projektionssystem Gauß-Krüger M34. Aufgrund der komplexen Aufnahmegeometrie mußten die CORONA Streifen in mehrere Subszeneen zerlegt werden, da sonst keine ausreichend genaue Entzerrung der Aufnahmen garantiert werden konnte. Die geokodierten Bilddaten wurden mittels der in Kapitel 2.3 beschriebenen Methode der Texturanalyse bearbeitet und die Siedlungsmasken für die Zeitpunkte 1968 und 1999 abgeleitet. Eine detaillierte Unterscheidung in Wohn-/Wohnmischgebiete, Gewerbe-/Industriegebiete, Verkehrsflächen, Grünflächen und Wasserflächen erfolgte durch visuelle Interpretation der ausgewiesenen Siedlungsgebiete. Abb. 4 zeigt die Siedlungsmaske des Untersuchungsraumes für das Jahr 1999.

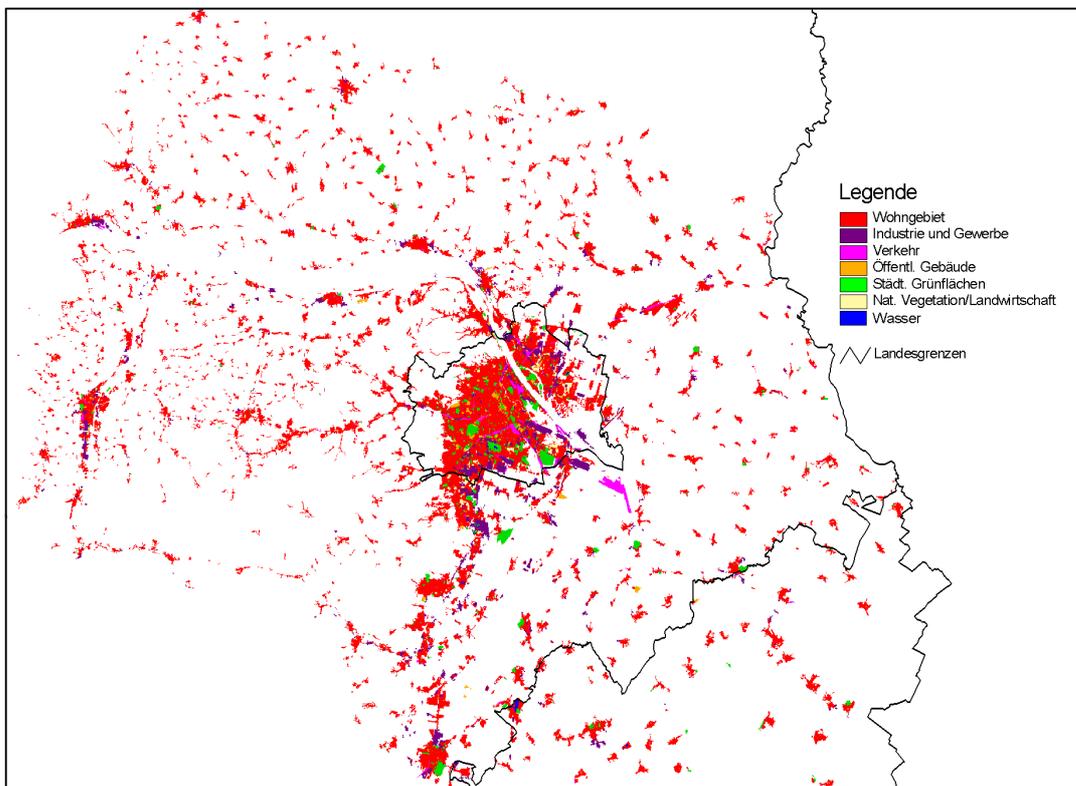


Abb.4: Siedlungsmaske für das Wiener Umland (Stand 1999)

#### 3.2 Integration der Zensusdaten

Zur Untersuchung der Bevölkerungsentwicklung wurden die Volkszählungsdaten der Jahre 1971 und 2001 herangezogen. Da zum Zeitpunkt der Untersuchung die Bevölkerungsdaten für das Jahr 2001 lediglich auf Gemeindeebene vorlagen, wurde als räumliche Analyseeinheit die Gemeinden definiert. Um eine konsistente demographische Datenbasis zu erhalten, mussten zunächst die Gemeindegrenzen der beiden Untersuchungsjahre abgeglichen und bezüglich allfälliger Zusammenlegungen korrigiert werden. Die Integration der demographischen mit den realräumlichen Daten erfolgte durch Verschneidung der Gemeindepolygone mit den Siedlungslayern. Somit stehen für beide Zeitpunkte die Siedlungsflächen und die Bevölkerungszahlen zur Verfügung und erlauben erste Analysen.

Tabelle 1 zeigt die Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung des Untersuchungsraumes in aggregierter Form. Die Siedlungsfläche im gesamten Untersuchungsraum hat dementsprechend um über 200 km<sup>2</sup> oder mehr als 40% zugenommen. Dem gegenüber steht eine Bevölkerungsentwicklung von lediglich 4,4 %. Betrachtet man nur das Bundesland Wien, so kommt es zwar zu einer geringeren Zunahme der Siedlungsfläche von 18,3 %, allerdings ist ein Rückgang der Bevölkerung um 3,3 % zu bemerken. Im Umland von

Wien wächst das Siedlungsgebiet um 50,8 % bei einem Bevölkerungsanstieg von knapp 20 %. Schon diese Analyse der aggregierten Werte zeigt die massive Suburbanisierung des Wiener Umlandes und den signifikanten Anstieg des Pro-Kopf Flächenverbrauchs.

Tab. 1: Aggregierte Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung im Untersuchungsgebiet

	Siedlungsfläche (inkl. Wien)	Bevölkerung (inkl. Wien)	Siedlungsfläche (nur Wien)	Bevölkerung (nur Wien)	Siedlungsfläche (exkl. Wien)	Bevölkerung (exkl. Wien)
1968 / 1971	518,4 km <sup>2</sup>	2.438.150	167,1 km <sup>2</sup>	1.619.885	351,3 km <sup>2</sup>	818.265
1999 / 2001	727,2 km <sup>2</sup>	2.545.905	197,6 km <sup>2</sup>	1.566.459	529,6 km <sup>2</sup>	979.446
Entw. absolut	208,8 km <sup>2</sup>	107.755	30,5 km <sup>2</sup>	- 53.426	178,3 km <sup>2</sup>	161.181
Entw. relativ	40,3 %	4,4 %	18,3 %	- 3,3 %	50,8 %	19,7 %

### 3.3 Analyse des Flächenverbrauches

Analysiert man die Entwicklung auf Gemeindeebene so lassen sich regionale Trends ablesen. Abb. 5 stellt die relative Entwicklung der Siedlungsflächen der relativen Bevölkerungsentwicklung pro Gemeinde gegenüber. Während die Zunahme der Siedlungsflächen vor allem im Südosten des Untersuchungsgebietes und entlang ausgesuchter Achsen auftritt, zeigt der Bevölkerungsanstieg ein radiales Muster mit Mittelpunkt Wien. In der Bundeshauptstadt selber dominiert Bevölkerungsrückgang, mit Ausnahme der Bezirke Simmering, Floridsdorf, Donaustadt und Liesing. Diese Bezirke weisen auch ein signifikantes Wachstum der Siedlungsfläche auf. Ein interessantes Muster zeigt der westliche Rand des Untersuchungsgebietes, wo es regional zu einer hohen Zunahme von Siedlungsflächen und einem starken Bevölkerungsanstieg kommt. Diese Entwicklung dürfte von der Suburbanisierung der Niederösterreichischen Landeshauptstadt St. Pölten getragen werden. Im äußersten Nordwesten und Osten zeichnen sich einzelne Gemeinden durch einen signifikanten Bevölkerungsrückgang aus.

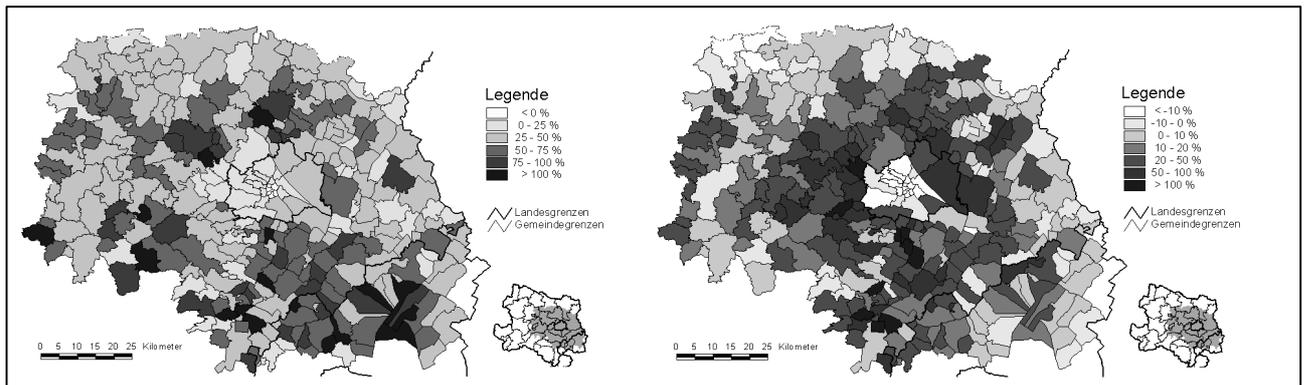


Abb.5: Entwicklung der Siedlungsfläche (li.) und der Bevölkerung (re.) im Untersuchungsgebiet

Abb. 6 vergleicht die Bevölkerungsdichten der Jahre 1971 und 2001. Dazu wurde für jede Gemeinde die Anzahl der Einwohner durch die als Wohngebiet ausgewiesene Siedlungsfläche dividiert und die sogenannte reale Bevölkerungsdichte bestimmt. Im Gegensatz zur "traditionellen" Dichteberechnung, in die die gesamte Gemeindefläche einfließt, wird bei dieser Methode die Bevölkerungsdichte in den Siedlungsflächen bestimmt. Da die meisten Wiener Umlandgemeinden ein Bevölkerungswachstum aufweisen, führt die "traditionelle" Methode zu einer ansteigenden Bevölkerungsdichte in diesen Gemeinden. Die in dieser Studie eingesetzte Methode erlaubt jedoch die Unterscheidung in Gemeinden, in denen eine Verdichtung des Siedlungsgebietes aufgetreten ist, und solchen Gemeinden, die eine flächenintensive Siedlungsentwicklung aufweisen.

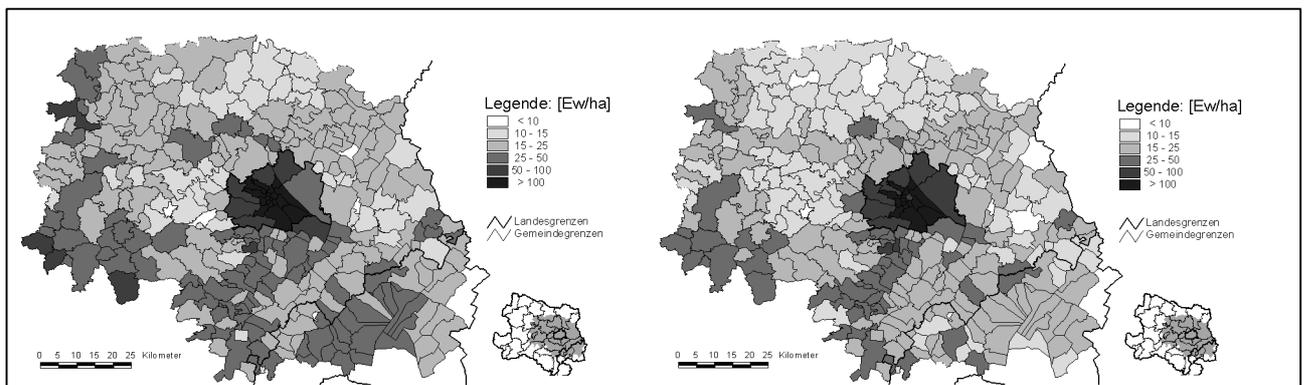


Abb.6: Reale Bevölkerungsdichte 1971 (li.) und 2001 (re.) im Untersuchungsgebiet

Abb. 7 zeigt die Entwicklung der realen Bevölkerungsdichte im Untersuchungsraum. Es ist deutlich zu erkennen, dass lediglich zwei Regionen eine signifikante Verdichtung der Siedlungsflächen ausweisen. Das sind zum einen die Wienerwaldgemeinden, die

einerseits aufgrund der Topographie und des Waldbestandes kaum mehr Freiflächen zur Verfügung haben, andererseits jedoch durch die Nähe zu Wien und das naturnahe Umfeld eine hohe Attraktivität aufweisen. Die Folge ist ein starker Bevölkerungsanstieg bei sehr moderater Siedlungsentwicklung. Die zweite Region liegt im Nordosten von Wien an der ehemaligen Nordbahnlinie nach Gänserndorf. Hier kommt es trotz ausreichender räumlicher Reserven zu einer Verdichtung der Siedlungsflächen. Im Gegensatz dazu kommt es südöstlich von Wien zu einer starken Ausdehnung der Siedlungsflächen bei mittlerem Bevölkerungsanstieg. Im äußersten Nordwesten und Osten des Untersuchungsgebietes ist der Rückgang der realen Bevölkerungsdichte in erster Linie auf die signifikante Abnahme der Bevölkerung zurückzuführen.

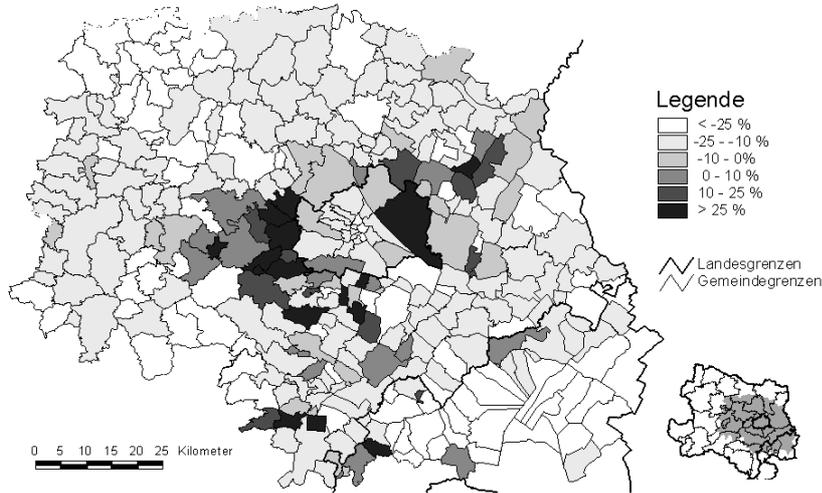


Abb.7: Entwicklung der realen Bevölkerungsdichte von 1971 bis 2001 im Untersuchungsgebiet

Im folgenden seien noch drei prototypische Gemeinden ausgewählt und deren Entwicklung der letzten dreißig Jahre betrachtet. Ein markantes Beispiel für die Region Wiener Wald ist die Gemeinde Mauerbach (Abb. 8). Hier verdoppelte sich die Bevölkerung in den letzten dreißig Jahren, wobei die Wohnbaufläche lediglich um 15% zunahm. Es kam daher zu einer signifikanten Verdichtung im Siedlungsgebiet der Gemeinde.

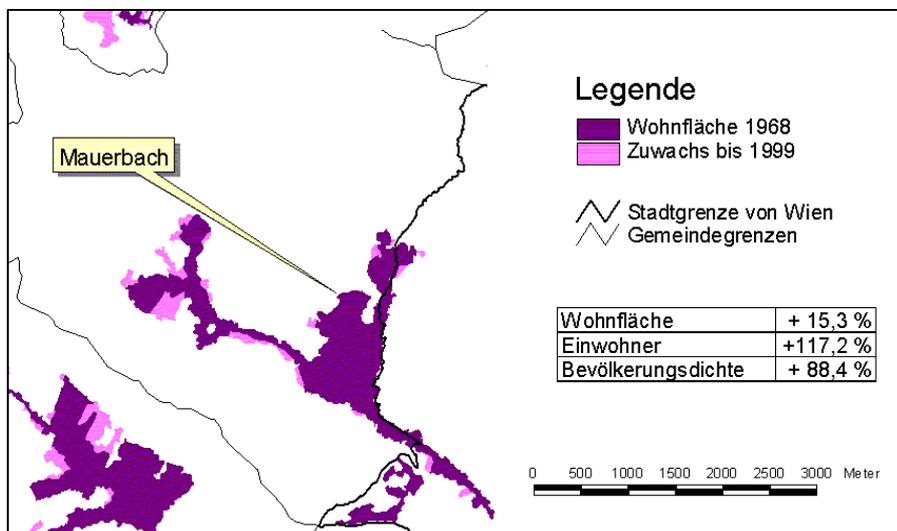


Abb.8: Entwicklung der Gemeinde Mauerbach

Im krassen Gegensatz dazu steht die Gemeinde Eggendorf im südlichen Wiener Becken. Während die alte Ortschaft im Südosten des Gemeindegebietes kaum merkbar gewachsen ist, wurde im Nordwesten an der Bundesstrasse 17 ein neues Siedlungsgebiet erschlossen (Abb. 9). Dadurch kam es zu einem Anstieg der Wohnbaufläche von knapp 350 %, während die Bevölkerung lediglich um 128 % zunahm. Es ist offensichtlich, dass im Gegensatz zur verdichteten Bauweise der alten Ortschaft der neue Siedlungsteil eine lockere Bebauung aufweist.

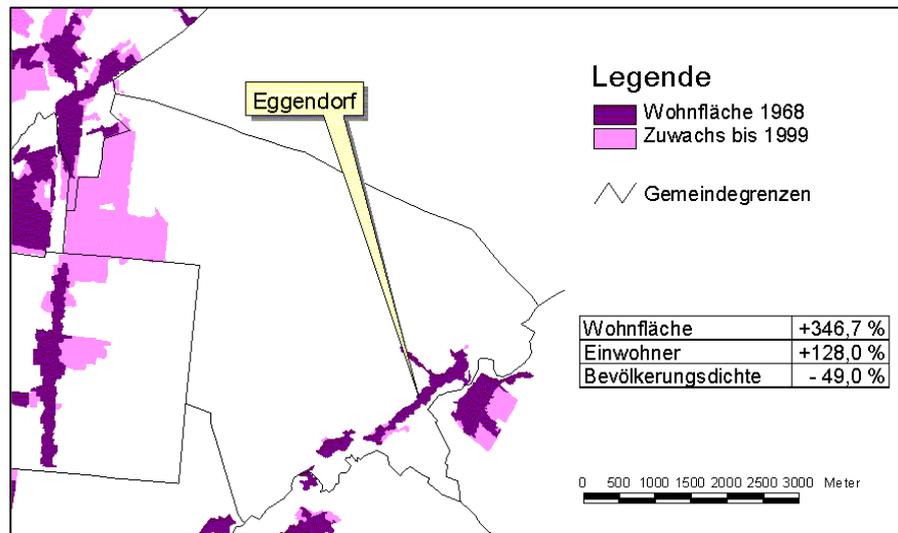


Abb.9: Entwicklung der Gemeinde Eggendorf

Als drittes Beispiel wird die Gemeinde Kittsee angeführt, die sich durch eine Bevölkerungsabnahme auszeichnet. Trotzdem nahm die Wohnbaufläche im Laufe der letzten 30 Jahre um knapp 40 % zu (Abb. 10).

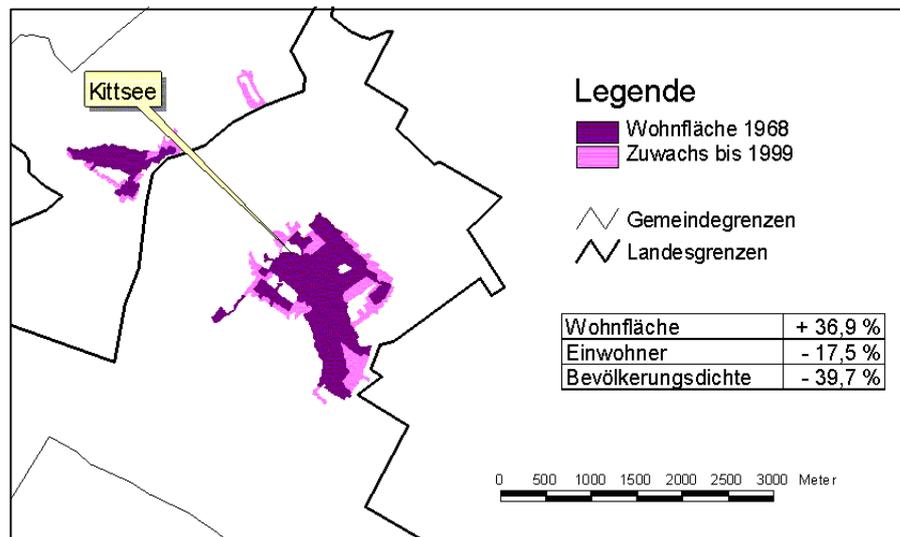


Abb.10: Entwicklung der Gemeinde Kittsee

#### 4 CONCLUSIO

Die vorliegende Arbeit zeigt die Synergien auf, die durch eine Verknüpfung von realräumlichen Daten aus der Fernerkundung mit demographischen Daten aus dem Zensus erreicht werden können. Die räumliche Verfeinerung des Zensus und die daraus abgeleitete reale Bevölkerungsdichte erlauben eine detaillierte Analyse des Flächenverbrauches im Untersuchungsgebiet.

Betrachtet man die Entwicklung des Wiener Umlandes während der letzten 30 Jahre, so erhöht sich der Pro-Kopf Flächenverbrauch im Durchschnitt um 25%, wobei die Variationsbreite von minus 50% bis plus 200% pro Gemeinde reicht. Die Entwicklung wird vor allem durch die Suburbanisierung getragen, die zu einer massiven Bautätigkeit in der Umgebung Wiens geführt hat (Loibl & Tötzer, 2001). Da es sich dabei vorzugsweise um eine offene oder halboffene Bauweise handelt, steigt der Pro-Kopf Flächenverbrauch im Vergleich zu den ursprünglichen Ortskernen signifikant an. Dieser Effekt tritt vor allem im Südosten von Wien auf, wo die flache Topographie und die meist landwirtschaftlich genutzten Flächen dem Siedlungswachstum keine Grenzen setzen. Im Gegensatz dazu stehen die Wienerwald Gemeinden, die sich durch eine signifikante Verdichtung innerhalb der Siedlungsgebiete auszeichnen. Eine Verdichtung tritt interessanterweise auch entlang der ehemaligen Nordbahn in Richtung Gänserndorf auf. Die Siedlungsentwicklung entlang der Südbahn ist proportional zur Bevölkerungsentwicklung, wobei in dieser Region schon in den 60er Jahren eine relativ hohe Bevölkerungsdichte auftrat.

Neben regionalen Charakteristika, wie sie im letzten Absatz beschrieben wurden, sind bei Betrachtung einzelner Gemeinden auch eher zufällige Entwicklungen festzustellen, die nicht durch regionale Kriterien zu erklären sind. Das läßt den Schluss zu, dass die Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung auch von lokalen Gegebenheiten abhängt, wie sie mittels der im Rahmen dieses Beitrages vorgestellte Methode analysiert werden können. Darüber hinaus eignet sich das vorgestellte Verfahren als Instrument zur regelmäßigen Beobachtung der Siedlungsentwicklung in suburbanen Regionen.

## LITERATUR

- BAUER, T. & STEINNOCHER, K. (2001): Per-parcel land use classification in urban areas applying a rule-based technique. *GeoBIT/GIS*, 6(2001), pp. 24-27.
- HARALICK, R.M.; SHANMUGAM, K. & DINSTEN, I. (1973): Textural features for image classification. *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, SMC-3: 610-621.
- LOIBL, W. & TÖTZER, T. (2001): Simulation of sub-urban growth with a combined Spatial Agent - Cellular Automaton approach - applied for the Greater Vienna Region. In: *Proceedings of the ISESS 2001, International Society of Environmental Software Systems, Banff/Canada, 2001*.
- RYHERD, S., WOODCOCK, C. (1996): Combining Spectral and Texture Data in the Segmentation of Remotely Sensed Images. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 62, 2: 181-194.
- SCHREMMER, C., WINKLER, P. (1993): Trends der Siedlungsentwicklung in vier Testgebieten Österreichs. *Schriftenreihe der ÖROK Nr. 106.*, Wien.
- STEINNOCHER, K. (1997): Texturanalyse zur Detektion von Siedlungsgebieten in hochauflösenden panchromatischen Satellitenbilddaten. In Dollinger, F. & Strobl, J. (Hrsg.): *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung IX, Salzburger Geographische Materialien*, Bd. 26: 143-152.
- STEINNOCHER, K., KRESSLER, F. & KÖSTL, M. (2000): Erstellung einer Siedlungsmaske aus Fernerkundungsdaten und Integration zusätzlicher Information aus Zensusdaten. In Strobl, J., Blaschke, T. & Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII*, Wichmann Verlag, Heidelberg: 481-488.